

**APORTE DE NITROGENO AL SUELO MEDIANTE EL
ESTABLECIMIENTO DE 4 ESPECIES DE ABONO VERDE EN UN
CULTIVO DE CAFÉ (*Coffe Arabica* L.) A SEMISOMBRA BAJO LAS
CONDICIONES DE EL CORREGIMIENTO DE MINCA, MUNICIPIO
DE SANTA MARTA (MAGDALENA)**

**MANUEL AUGUSTO DELUQUE GOMEZ
RAFAEL ERNESTO PACHECO CABANA**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
SANTA MARTA
2004**

**APORTE DE NITROGENO AL SUELO MEDIANTE EL
ESTABLECIMIENTO DE 4 ESPECIES DE ABONO VERDE EN UN
CULTIVO DE CAFÉ (*Cofee Arábica* L.) A SEMISOMBRA BAJO LAS
CONDICIONES DE EL CORREGIMIENTO DE MINCA, MUNICIPIO
DE SANTA MARTA (MAGDALENA)**

**MANUEL AUGUSTO DELUQUE GOMEZ
RAFAEL ERNESTO PACHECO CABANA**

Memoria de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo

**Director
MANUEL MATTA
Ingeniero Agrónomo**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
SANTA MARTA
2004**

NOTA DE ACEPTACIÓN

MANUEL MATTA
PRESIDENTE

ELIÉCER CANCHANO NIEBLES
JURADO

EDGAR RAMÍREZ PERDOMO
JURADO

Santa Marta, 15 de Marzo de 2004

DEDICATORIA

Les dedico con amor y cariño este triunfo:

A Dios, por iluminar cada paso de mi vida, por darme la salud y constancia para lograra mis metas; gracias por estar en cada instante de mi existencia.

A mi papá Manuel, quien desde el reino de los cielos está vigilante y dispuesto de proteger a su hijo que nunca lo olvida.

A mamá Noemí, que con su cariño incondicional, sus consejos, sus enseñanzas de lucha y sacrificio hicieron de mi una persona de bien, te quiero mucho Mamá. Y papá Julio, por su compañía y ejemplo de perseverancia.

A mi madre Delaney Patricia, quien con su ayuda, sacrificio y amor hizo de mí una persona capaz de lograr sus metas.

A mis hermanas Taty y Angie, por estar presente en mi vida y darme todo su amor. A Andrés Felipe mi sobrino, la alegría de un nuevo ser.

A mi tía Leysi, por su apoyo incondicional, en esta la carrera de la vida. A Kate y Carmen mis primas; A Jorge, José y Mane, grandes amigos.

A Maria Alejandra, por ser en muchas ocasiones la acompañante de tantas luchas y sacrificios; gracias por estar a mi lado y ser parte de mi vida.

A Enilsa, Noemí, Sra Amelia, personas que siempre me han brindado fuerza y apoyo.

A mis amigos; Rafael, Jhony, Yamith, Liliam, Faber, Gerardo, George, Bladimir, Carlos, Omar, Luz Gleydis, Danilis, Hellman y demás personas que de una u otra manera han contribuido en mi formación personal y profesional.

MANUEL AUGUSTO.

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, por guiar mis pasos, por protegerme del mal, darme fuerzas para alcanzar mis objetivos y cumplir mis metas.

A mi padre Gustavo Pacheco Vargas, por que su mayor orgullo es verme realizado como profesional y como una persona con grandes valores éticos y morales.

A mi madre Cecilia Cabana Cuello, por su gran amor, por toda la dedicación de madre, y por todos los momentos en los cuales he necesitado de su paciencia y dedicación.

A mis hermanas Judith, Eva, Cecilia, Mellissa, Janeth Pacheco Cabana, por su cariño, apoyo, colaboración.

A mis sobrinos, porque con su ternura y ocurrencias alegran cada día de mi vida.

A Fabiola, Sra Olinda, Sra Marlene porque con gran cariño me abrieron las puertas de su casa, de su vinculo familiar y me acogieron como un miembro más sin ningún reparo.

A mis amigos Manuel, Gerardo, Luis Ospina, Omar, Liliam, José Eduardo, Ana Milena, Nilson, José L, Eustacio, Miladys, Margui, y a todos los compañeros que me tendieron su mano en los momentos que más necesité.

A Paulina Pertuz, persona excepcional, por estar presente en muchos de los momentos de felicidad y dificultad.

Y a todas las personas que de una u otra manera aportaron un granito de arena par poder alcanzar mi sueño de ser Ingeniero Agrónomo.

RAFAEL ERNESTO.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo de investigación expresan sus sinceros agradecimientos por la valiosa colaboración en la realización de la misma a las siguientes personas y entidades.

Eliécer Canchano Niebles I.A. Profesor titular del área del suelos, Universidad del Magdalena, Jurado.

Edgar Ramírez Perdomo I.A. Coordinador del área de extensión Comité de Cafeteros del Magdalena, Jurado.

Juan Carlos Velásquez I.A. Asistente técnico, Trilladora Moka

Pedro Antonio Jiménez I.A. Asistente técnico, Trilladora Moka

Cesar Elías Vaquero I.A. Msc, Investigador de CORPOICA sección suelos; Regional 3 (Centro de Investigación CARIBIA).

Arístides López I.A. Funcionario de la Federación de cafeteros de Colombia, seccional Magdalena.

Manuel Matta I.A. Funcionario de la Federación de cafeteros de Colombia, seccional Magdalena, Presidente de Tesis.

Julio Abello I.A. Esp. En Análisis estadísticos. Coordinador del proyecto de cacao , a través Comité de Cafeteros del Magdalena.

Al laboratorio de suelos E.C.N. Ltda.

A la Hacienda El Recuerdo, por su colaboración prestada durante el tiempo de la investigación.

A Cianci Vega y Cia (Trilladora Moka). Por su participación y apoyo incondicional en el desarrollo de este trabajo.

A la Universidad del Magdalena

Gracias a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron para la realización de este trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. ANTECEDENTES	20
2. MATERIALES Y METODOS	28
2.1 DESCRIPCION DEL AREA	28
2.1.1 Localización del ensayo	28
2.1.2 Características generales del área.	28
2.1.3 Características generales del suelo	29
2.2 MATERIALES	30
2.2.1 Material evaluado.	30
2.2.1.1 Mucuna negra	30
2.2.1.2 Canavalia	31
2.2.1.3 Crotalaria	32
2.2.2 Implementos empleados	33
2.3 DESARROLLO DEL ESTUDIO	33
2.3.1 Preparación del terreno	33
2.3.2 Siembra	33
2.3.3 Distribución del ensayo	34
2.4 MANEJO AGRONOMICO	34
2.5 PARAMETROS EVALUADOS	36
2.5.1 Medición del porcentaje de germinación y periodo de germinación	36

2.5.2	Periodo o ciclo vegetativo	37
2.5.3	Análisis foliar	37
2.5.4	Análisis de suelos completo	37
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
3.1	PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	38
3.2	CICLO VEGETATIVO	40
3.3	ADICIÓN DE MATERIA ORGÁNICA AL SUELO	42
3.4	CANTIDAD DE NITRÓGENO ASIMILADO POR LOS ABONOS VERDES	44
3.5	CANTIDAD DE NITRÓGENO APORTADO AL SUELO POR CADA UNO DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO	46
3.6	APORTE DE MATERIA SECA EN PORCENTAJE DE LAS ESPECIES DE ABONOS VERDES.	47
4.	CONCLUSIÓN	49
	 BIBLIOGRAFÍA	 51

LISTA DE TABLAS

	pág.
TABLA 1. Características Físico químicas del suelo antes de sembrar el abono verde	29
Tabla 2. Porcentaje de germinación de los abonos verdes en las parcelas sembradas.	39
Tabla 3. Período vegetativo en días de cada uno de los abonos verdes hasta el estadio de floración.	40
Tabla 4. Porcentaje de M.O. en análisis de suelo final de 4 especies de abonos verdes en un cultivo de café.	42
Tabla 5. Sustracciones de materia orgánica de análisis de suelo inicial y final a para las especies de abono verde en un cultivo de café.	43
Tabla 6. Cantidad de nitrógeno presente en cada uno de los abonos verdes, tomado a través de un análisis foliar.	44
Tabla 7. Cantidad de nitrógeno aportado al suelo por 4 especies de abonos verdes.	46
Tabla 8. Medición de materia seca Vs. Materia húmeda de 4 especies de abono verde en un cultivo de café.	47

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Porcentajes de germinación para las 4 especies de abonos verdes en un cultivo de café.	39
Figura 2. Ciclos vegetativos de los abonos verdes.	41
Figura 3. Porcentaje de M.O. en análisis de suelo final de 4 especies de abonos verdes en un cultivo de café.	42
Figura 4. Porcentaje de materia orgánica, resultado de la sustracciones de análisis de suelos inicial y final.	43
Figura 5. Representación del porcentaje de nitrógeno presente en cada una de las especies de abonos verdes.	45
Figura 6. Representación de nitrógeno aportado al suelo por 4 especies de abonos verdes en un cultivo de café.	47
Figura 7. Representación de mediciones de materia seca Vs. Materia Húmeda.	48

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Características morfológicas de la especie

Mucuna aterrima (Piper et Trary) Merr.

Anexo 2. Características morfológicas de la especie

Canavalia ensiformes (L) D.C

Anexo 3. Características morfológicas de la especie

Crotalaria juncea (L) y Crotalaria Cubana

Anexo 4. Agresividad de la especie Mucuna negra con respecto a la maleza presente en la zona de estudio.

Anexo 5. Agresividad de la especie Mucuna Negra con respecto al cultivo de café (*Coffe arabica*).

Anexo 6. Resultado de laboratorio del análisis de suelo inicial.

Anexo 7. Resultado de laboratorio del análisis final de suelo.

Anexo 8. Resultado de laboratorio del análisis foliar de las 4 especies de abonos verdes.

Anexo 9. Mapa de campo, distribución de los tratamiento en el ensayo.

Anexo 10. Gráfico de precipitación del año 2003, de la zona de estudio.

Anexo 11. Gráfico de variación de temperatura.

RESUMEN

La presente investigación plantea a los abonos verdes como una alternativa de solución rápida, que entraría a suplir las necesidades nutricionales y especialmente de nitrógeno en los suelos cafeteros, producto de la no aplicación de químicos de síntesis como la Urea y otros fertilizantes que contengan en gran porcentaje nitrógeno.

Este trabajo se realizó en la Hacienda el Recuerdo, corregimiento de Minca, Municipio de Santa Marta. El sitio de la investigación se encuentra geográficamente enmarcado dentro de las coordenadas 74° 04' 55,53" de longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich y a los 11° 05' 49,20" de latitud norte con respecto al paralelo del Ecuador.

Se escogió un lote de café variedad Colombia a semisombra de 4 años, sembrado a 1.40 m entre plantas por 2 m entre surco. Utilizando 20 parcelas con medidas de 20 m² cada una. Se utilizaron cuatro tratamientos, un testigo y cuatro replicaciones para un área experimental total de 400 m².

Los tratamientos que se utilizaron como abono verde, fueron Canavalia *Canavalia ensiformes* (L) D.C , Mucuna negra *Mucuna aterrima* (Piper et Trary) Merr, Crotalaria *Crotalaria juncea* (L) Crotalaria cubana *Crotalaria breviflora* (L).

Se realizó un análisis de suelo inicial, antes de sembrar el abono verde, se midió el porcentaje de germinación y se encontró que la especie Canavalia, presentó un porcentaje de germinación del 87.5 % superando a las demás especies. La primera especie en reportar un menor tiempo en su ciclo vegetativo fue Crotalaria Cubana, o sea que la aparición de los primeros botones florales fue a los 90.25 d.d.g. Luego se cortaron y aplicaron al suelo cada especie dependiendo de su ciclo vegetativo y se tomó una muestra en 1 m² de material verde fresco, al azar, para la realización de un análisis foliar a cada uno de los abonos verdes, el cual reportó que Crotalaria Juncea presentó el 3.40 % de nitrógeno en sus tejidos mayor que las demás especies.

A los 60 días de haberse aplicado el abono verde al suelo, se tomó un análisis de suelo final y se determinó que Crotalaria Juncea aporta el mayor porcentaje de nitrógeno (3.75 %) al suelo

INTRODUCCIÓN

Por muchos años el café ha sido el motor del desarrollo de Colombia y aunque en los últimos años su participación en la economía colombiana ha decrecido, el café continua siendo el primer producto del sector agropecuario y prácticamente el único generador de empleo de la zona cafetera.

Para mantener el desarrollo de la caficultura colombiana, es necesario manejar apropiadamente no solo las áreas más productivas sino también las pequeñas áreas limitativas para el cultivo dentro de un lote o finca entera.

En general cuando hay limitaciones físicas en el suelo se presentan deficiencias en la nutrición de la planta que muchas veces inducen a las aplicaciones de fertilizantes y sin obtener los resultados esperados.

Por otro lado, es común buscar en la variedad de café sembrada la responsabilidad acerca del mal aspecto de la plantación y la baja producción, sin considerar que el problema real se encuentra en el suelo en forma natural o debido a alteraciones causadas por un manejo inapropiado.

Afortunadamente la tecnología de producción, manejo, aplicación de productos ecológicos se ha ido desarrollando en forma acelerada y positiva, lo cual ha provocado una reducción en el uso de productos químicos de síntesis. Para tal efecto esta nueva forma de vida debe venir acompañada de tecnologías fáciles, que sean culturalmente aceptadas por la comunidad, socialmente justa reflejando las condiciones de vida de los productores; debe ser además ambientalmente sana y lo más importante es que debe ser económicamente viable.

Es entonces por lo que se hace mención a las siembras y posterior aplicación de los Abono verdes como alternativas de fertilización de nuestros suelos cafeteros.

Esta practica de sembrar plantas para abonar y dar vida al suelo se conoce desde muchos año atrás. En Latinoamérica se empezó a abandonar la practica de incorporar un cultivo para enriquecer el suelo cuando empezaron a producirse los fertilizantes químicos sintéticos y fueron vendidos baratos después de la segunda guerra mundial.

Ahora esta surgiendo de nuevo el interés por sembrar los abonos verdes debido a la preocupación por la degradación de los suelos y el manejo de una agricultura orgánica y sostenible a través de los años respetando con ello las leyes de la naturaleza.

Si somos capaces de abonar y cuidar los suelos al mismo tiempo, estaremos mostrando entonces un suelo fértil a las generaciones futuras lo que nos conlleva a trabajar acorde con la naturaleza sin violentarla para que esta se vuelva rentable para la sociedad, para que beneficie el ingreso personal de un productor agrícola y por ende para el mejoramiento de la calidad de vida de su familia.

Si cultivamos repetidamente un suelo, con el tiempo la materia orgánica de este se va mineralizando y pierde sus propiedades en mayor medida; para que esto no suceda es necesaria una restitución de la materia orgánica para que el suelo no pierda su capacidad de retención de agua, y libere los nutrientes que podrán ser aprovechados por las plantas; los Abonos Verdes que son plantas cuya finalidad es la de abonar al suelo, controlar las malezas y proteger los terrenos de la erosión; han sido considerados de gran importancia dentro de la agricultura ecológica.

1. ANTECEDENTES

Se llama Abonos Verdes al cultivo de plantas con el propósito de abonar y mejorar la fertilidad del suelo, mediante la incorporación de la masa vegetal no descompuesta con el fin de aumentar la materia orgánica, son cultivos de corto periodo vegetativo, abundante follaje sistema radicular profundo. Se corta una vez que a crecido, preferiblemente hasta la floración cuando alcanza su máximo contenido de nutrientes, materia orgánica y se acaman como coberturas en un estado de poca lignificación; luego de un tiempo se incorporan al suelo para aumentar la materia orgánica y aporta nutrientes al suelo para dar vida y mejorar la producción agrícola. Al incorporarse se descomponen rápidamente aportando además energía a los microorganismos del suelo y soltando nutrientes para el crecimiento de las plantas. También se le puede dejar en la superficie del suelo donde lo protege de las condiciones adversas, alimentan las lombrices y sueltan los nutrientes poco a poco al suelo. (3)

La utilización del abono verde como practica agrícola, es conocida desde antes de la era cristiana, consistía en la incorporación al suelo de masa vegetal, con la finalidad de conservar y/o recuperar la productividad de las tierras agrícolas. Para esta finalidad ya en ese entonces eran utilizadas básicamente a las leguminosas, por ejemplo el Altramuz o Lupino (37).

Los abonos verdes promueven un considerable y continuo aporte de biomasa al suelo, de manera que mantiene e incluso eleva a lo largo de los años el contenido de materia orgánica. Por medio del sistema radicular rompe capas duras y promueve la aireación y estructuración del suelo, induciendo la preparación biológica del mismo (37).

Los abonos verdes adicionan nitrógeno al suelo a través de la fijación biológica de las leguminosas, lo que puede representar una importante economía de este elemento en la fertilización de los cultivos comerciales, además de mejorar el balance de Nitrógeno de los suelos (37).

En realidad los abonos verdes poseen innumerables cualidades y características que deben ser observadas para ser seleccionadas para tal fin. Pero a pesar de requerir tantas características esto no significa que cada especie deba cumplir con todos los requisitos; dependiendo de las especies de abonos verdes, del sistema del cultivo y de la condición y deseos del agricultor, algunos de los puntos pueden ser despreciados. Dentro de los abonos verdes, normalmente las especies más utilizadas son leguminosas como la Mucuna, el fríjol de Puerco, El Guandul, Las Crotalarias, entre otras. Pero de hecho, los tipos de plantas utilizadas como cultivo de abonos verdes y los tipos de prácticas y sistemas en los que son usadas son tan numerosos y tan variados que es importante en ellos como ejemplo de un solo sistema agrícola en el que uno de los propósitos es mantener y brindarle al suelo las condiciones favorables para un eficiente desempeño durante la mayor parte del año (37).

El nitrógeno ha sido calificado como el elemento número uno por su importancia en la producción de alimento de origen vegetal; el nitrógeno es constituyente básico de las proteínas, la clorofila, enzimas y vitaminas; es el elemento constitutivo de los glucósidos cianogénicos, linamarina los cuales producen el ácido cianhídrico (23).

La baja eficiencia de la fertilización nitrogenada está asociada con la ocurrencia de pérdida de nitrógeno mediante procesos que pueden llegar a limitar drásticamente su utilización. Estos procesos son: Lixiviación de nitrificación, volatilización y fijación de NH_4 (23).

El amonio puede ser portador de nitrógeno para los cultivos, especialmente durante los estados de crecimiento. Las fuentes amoniacales pueden producir beneficios indirectos tales como la estimulación de la absorción de fósforo (21).

El contenido medio de nitrógeno en el suelo es muy variable y depende del contenido de materia orgánica; en general los suelos pueden contener entre 0.02 y 0.04% de nitrógeno y de este mayor y generalmente más de 95% se encuentra en forma orgánica (21).

Entre las funciones más importantes del nitrógeno están las de aumentar el vigor general de las plantas, dan vigor verde a las hojas, favorece en el crecimiento del follaje y tallo (9).

En un estudio realizado por Suárez (1975) con el fin de estimar la adaptación y la fijación simbiótica de nitrógeno de algunas leguminosas se escogieron diez debido a su potencial agronómico para ser utilizadas como Abono Verde, para el control de maleza y conservación de suelos. Entre estas la *crotalaria*, el *guandul*, *fríjol terciopelo* y *fríjol jacinto* consideradas de crecimiento rápido (altura mayor de 50 Cm en menos de 4 meses) presentaron la mayor producción vegetativa y la mayor fijación de nitrógeno de los 60 a 90 días, después de sembradas lo que permitiría su uso como Abono Verde en un periodo relativamente corto (32).

En Rincón Naranjo (Manicaragua) especialistas Agrónomos en la estación de investigaciones del café, radicado en la porción montañosa de Escambray (Villacarreño), difunden experiencias teóricas, práctica y de viabilidad económica obtenidas en el uso del fríjol *Canavalia ensiformis*, considerado un abono verde capaz de adicionar adecuados niveles de fertilizantes nitrogenados a los sembrados cafetales de la región (13).

El ingeniero Carlos Cabrera Sánchez – Investigador auxiliar de la institución científica – plantea que este tipo de leguminosas utilizadas por primera vez en cafetales cubanos, incorporan nitrógeno, así como hormonas, ácido pentatónico, tiamina y otras sustancias nutritivas fundamentales para el mejoramiento vegetativo de un cultivo permanente, afectado en las ultimas décadas por déficit de fertilizantes químicos (6).

En la región de la Mojana situada en la Costa Caribe de Colombia, un grupo de investigadores de CORPOICA Eco región Caribe, estudió a los abonos verdes como a alternativa para mejorar la capacidad productiva de los suelos cafeteros de la Mojana, entre los cuales se evaluaron a un grupo de leguminosas como: El fríjol Caupí (*Vigna unguiculata*, L. Walp) Cannavalia (*Cannavalia ensiformis*, L.), Vitabosa y Crotalaria (*Crotalaria spectabili*, L.) por su capacidad de producción de materia seca y mejoramiento de la capacidad productiva de los suelos (29).

Se estima que una tonelada de abono verde suministra unos 40 Kg. de humus. En el caso que el abono verde sea una leguminosa se incorpora al terreno una apreciable cantidad de nitrógeno. Un cultivo de veza incorpora al terreno unos 50 Kg de nitrógeno por hectárea. Cuando el abono verde no es una leguminosa se incorpora muy poca cantidad de este elemento por lo que se produce un efecto depresivo en el cultivo siguiente. Para evitar este efecto es preciso aportar 30 – 40 Kg de nitrógeno por hectárea (17).

Un cafetal bien establecido, con calles a contorno, de alta densidad y buen manejo de podas, ejerce una cobertura sobre el suelo, sombreándolo y protegiéndolo con sus ramas de los agentes de erosión. Mientras los abonos verdes con raíces profundas, alta fijación de nitrógeno y buena producción de biomasa que se puede apreciar por el suelo, acompañado de ciertas recomendaciones que reducen las pérdidas de los suelos y mejoran sus

características son cultivados por su alto valor como cobertura, pero también pueden ser incorporados como enmienda orgánica (34).

En café el uso de los abonos verdes de leguminosas toma importancia en el manejo y conservación del suelo, mantenimiento de su fertilidad y de su potencial productivo (34).

En los cafetos, por otra parte se manifiesta aumento en el follaje, las floraciones y las fructificaciones y por consiguiente hay un aumento en la calidad y cantidad de cerezas recolectadas por planta y los rendimientos totales por hectárea cultivable. De ese modo los productores asimilan con prontitud acciones ecológicas y de control biológico que tienden incluso a atenuar las erosiones normales que sufren la superficie terrestre y el medio ambiente y así beneficiar un cultivo urgido de una recuperación inmediata (34).

De acuerdo con las valoraciones logradas por los especialistas Villaclareños en una hectárea de café de la variedad Caturra rojo y amarillo, cada productor que ejecute sembradíos nuevos y planta el fríjol como abono verde estará adicionando al suelo 2.16 Libras – Un kilo y medio – de materia orgánica seca (13).

La mayor o menor capacidad de descomposición se puede evaluar mediante la relación C/N; o sea el contenido de carbono de material con respecto al contenido de Nitrógeno. Cuanto más estrecha sea esta relación más fácilmente

se descompone el residuo, el nitrógeno asimilable solo aumentará si se añade material fácilmente descomponible rico en nitrógeno (relación C/N), tal como las plantas jóvenes. De donde se deduce que el efecto de un abono verde depende del estado de desarrollo en que se encuentre cuando se incorpore (10).

Los abonos verdes pueden ser relativamente ineficaces por dos razones:

1. Dado que los materiales incorporados son rápidamente descompuestos y por lo tanto su efecto sobre la agregación del suelo es casi nulo.
2. Al añadir al suelo un residuo de muy fácil descomposición (Relación C/N estrecha) se estimula en tal forma al microorganismo del suelo que estos no solo degradan el material agregado, sino que atacan las formas más estables de materia orgánica, pudiendo llegar a producir disminuciones en los contenidos de materia orgánica del suelo tratado (10).

Es importante la relación C/N en el efecto de un abono verde incorporado en el suelo, pues el nitrógeno soluble del suelo puede ser inmovilizado por los microorganismos que descomponen el material orgánico esto puede causar una deficiencia de nitrógeno y puede hacer a algunos cultivos más susceptibles a los patógenos del suelo. Es importante señalar que muchos abonos verdes, debido a su baja relación C/N son mineralizados rápidamente y tienen poca estabilidad en el suelo (34).

Cuando se habla de incorporación total de fitomasa se refiere, al manejo más conocido y difundido entre los agricultores, que trata de la incorporación de material vegetal que puede ser realizada en cualquier momento dependiendo del objetivo del agricultor; la época usualmente recomendada para ello es durante la floración plena del abono verde. Es en esta fase que ocurre la máxima acumulación de biomasa y nutrientes; cuando se realiza anticipadamente, la velocidad de descomposición de la biomasa será mayor y los niveles de nutrientes serán menores; cuando el manejo se retarda, las plantas se tornan más leñosas (relación C/N mayor) y la descomposición será más lenta, la opción para esta o aquella época estará en función, principalmente de la época de siembre del cultivo principal (37).

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 DESCRIPCION DEL AREA

2.1.1 Localización del ensayo. Este trabajo se realizó en la Hacienda el Recuerdo, corregimiento de Minca, Municipio de Santa Marta. El sitio de la investigación se encuentra geográficamente enmarcado dentro de las coordenadas $74^{\circ} 04' 55,53''$ de longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich y a los $11^{\circ} 05' 49,20''$ de latitud norte con respecto al paralelo del Ecuador.

2.1.2 Características generales del área. El corregimiento de Minca está clasificado ecológicamente como una zona de ecotopo 401. Con una precipitación promedio anual de 2313 mm, una temperatura media anual de 22° C. Y una humedad relativa de 81 %, influenciado por los vientos alisios; el periodo seco va de diciembre a febrero, los de mayor lluvia de agosto a

noviembre. Los suelos presentan una textura franco arcillosa y una altura aproximada de 1044 m.s.n.m.

2.1.3 Características generales del suelo. Al realizar el respectivo análisis de suelo se encontraron las siguientes características físico-químicas del lote en donde se sembró el material de la investigación:

TABLA 1. Características Físico químicas del suelo antes de sembrar el abono verde

Textura	F.Ar.A
Ph	5.85
M.O %	3.88
N – Total %	0.1980
N – Asimilable %	0.0035
P (p.p.m.)	15.40
K (Meq/100gr)	0.26
Ca (Meq/100gr)	3.09
Mg (Mq/100gr)	1.52
P.S.I	0.39
C.I.Cr me/100gr	12.80
C.E mmhos/cm	0.88

El análisis de suelo fue realizado en el laboratorio de suelos E. C. N. Ltda. en Santa Marta.

2.2 MATERIALES

2.2.1 Material evaluado. El material utilizado fueron los siguientes abonos verdes:

2.2.1.1 Mucuna Negra *Mucuna aterrima* (Piper et trary) Merr. Es originaria de los países del este de Asia (China, Malasia y Filipina) se dice que fue traída a Mesoamérica (México y Centro América).

Pertenece a la familia de las Leguminosa, es una planta de hábito de crecimiento trepador, caracterizado por su vigoroso y agresivo desarrollo, con una abundante producción de materia verde que cubre rápidamente el suelo. La Mucuna es una planta anual y de crecimiento rápido. El color de la flor de la Mucuna puede ser, según la variedad: Morada, blanca o Lila, estas salen en racimos de hasta 100 flores. La vaina es gruesa, de unos 10 - 12 centímetros de largor y está cubierta de vellosidades, al principio verdes y que finalmente se tornan negras al madurar. Posee entre 5 – 6 semillas. Las tres clases de Mucuna más conocidas son blanca, negra y pinta. La Mucuna negra, ayuda a

la recuperación de la fertilidad de los suelos que se han vuelto pobre por el excesivo desgaste o el deterioro a que han sido sometido. Ver anexo 1.

2.2.1.2 Canavalia (*Canavalia ensiformes* L.). Es nativa de América, reportándose su uso en las Indias Occidentales, Panamá, Guayana, Brasil y Perú. Para algunos investigadores su origen es probablemente Centroamericano.

Pertenece a la familia leguminosa, es una planta que puede vivir por 2 o más años, la Canavalia forma guías pero no tantas como la Mucuna. Sus ramas pueden llegar a medir hasta 3 m. Las flores son de color morado y se producen en grupos de 2 – 3. Las vainas planas, duras, largas aproximadamente de unos 25 – 35 cm. de longitud y 3 cm de ancho. Cada vaina contiene de 8 a 20 semillas grandes de color blanco. La Canavalia se desarrolla mejor en zonas ubicadas desde el nivel del mar hasta los 1700 m. Es tolerante a la sequía, lo cual la hace más adecuado para las zonas secas, pero es menos tolerante que la Mucuna a condiciones excesivas de humedad, es muy rústica, poco exigente a la fertilidad de suelos. Además es resistente a las plagas y enfermedades. La ventaja se observa en la abundante cobertura que produce, lo cual permite

controlar eficientemente todo tipo de plantas dañinas y muy especialmente a las gramíneas. Debido al aporte de materia seca, es un excelente mejorador de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Provee al suelo unos 40-60 kg/ha de nitrógeno. Ver anexo 2.

2.2.1.3 Crotalaria (*Crotalaria spp.*). Planta leguminosa, anual sub arbustiva o herbácea de una altura variable según la especie y que va de 1.0 a 2.5 m. Es originaria de África y fue introducida al país para ser usada como abono verde de verano. La mayoría de las especies son buenas forrajeras (20 % de proteínas como heno) dependiendo del momento de su aprovechamiento para el efecto, pues las semillas son tóxicas al ganado debido a la sustancia denominada monocrotalina que produce disturbios al rumen de los animales existen más de 600 especies. Las especies más conocidas son: Lanceolata, Anagyroides, Juncea, Cubana, Incana, Mucronata, Spectabilis, Retusa etc.

Las especies de Crotalaria que se utilizaron en la investigación Fueron las:

Crotalaria cubana, *Crotalaria juncea*. Ver anexo 3.

2.2.2. Implementos empleados: En campo. Los implementos utilizados para la realización de las diversas labores de campo fueron: Cinta métrica, cámara fotográfica, bolsas plásticas, rótulos, pala, semillas, libro de campo, peso, lápices, cinta de prevención, machete, tablilla de identificación, chuzo.

En el laboratorio:

Estufa, peso.

2.3 DESARROLLO DEL ESTUDIO

2.3.1. Preparación del terreno. Debido que la topografía del terreno presentó una pendiente elevada, se hizo una limpia o manejo de malezas a 5 cm de altura, para contribuir con las prácticas ecológicas de conservación de suelos de ladera, luego se hicieron las respectivas mediciones con cinta métrica para cada una de las parcelas.

2.3.2. Siembra. Para la siembra de los Abonos Verdes se procedió a abrir los huecos con la ayuda de un chuzo de madera en el cual se depositaran dos

semillas de Abonos Verdes por sitio para cada tratamiento, la siembra se realizó en las calles del café a 50 cm por debajo de los surcos de café, a una distancia de 50 cm entre cada sitio, para un total de 20 sitios por parcela.

2.3.3. Distribución del ensayo. Se escogió un lote de café variedad Colombia a semisombra de cuatro años de edad sembrado a una distancia de 1.40 m entre plantas y de 2 m entre calles con dos plantas por sitio para una densidad aproximada de 6500 plantas por hectárea. El sistema estuvo compuesto por cuatro tratamientos, un testigo y cuatro replicaciones. Cada parcela por tratamiento estuvo compuesta por dos surcos de café y una distancia lineal por surco de 5 metros, para un área aproximada por parcela de 20 metros cuadrados y un área experimental total del trabajo de 400 metros cuadrados.

2.4 MANEJO AGRONOMICO

Debido a que la siembra de abonos verdes se realizó en un cultivo de café orgánico para la realización de las labores culturales o agronómicas se tuvo en cuenta las normas para caficultura orgánica.

Entre las prácticas realizadas están:

Manejo de arvenses con machete a 5 cm del suelo antes de la siembra de los abonos verdes y posteriormente a los 15 d.d..g. en las parcelas de *Crotalaria Juncea* y *Cubana*, debido a que demostraron ser menos agresivas siendo superadas por las arvenses. En las otras parcelas no se realizó esta labor puesto que la *Canavalia* y la *Mucuna* presentaron vigor y agresividad ante el cadillo *Cenchrus ciliaris* (L.) Link y la Batatilla (*Dioscorea sp* L.) malezas presentes en el terreno de estudio.

Debido a las condiciones Agroclimatológicas de la zona de estudio no fue necesario implementar la labor de riego, (ver anexo 10 y 11).

Se encontró un ataque de *Chrysomelidae* (comedor de follaje) moderadamente en todas las parcelas sembradas con el abono verde *Mucuna*; se logró evaluar rápidamente la incidencia del daño y se determinó que podría reducir el volumen de material vegetal para la posterior aplicación al suelo por lo que se hizo necesario manejar el insecto, con un producto orgánico dado la justificación del trabajo.

Para tal efecto se utilizó un caldo Sulfocálcico, con las siguientes proporciones:

- 5 libras de Azufre
- 2,5 libras de Cal agrícola
- 12.5 litros de agua

La anterior mezcla se aplicó en el área foliar del abono verde que presentó el ataque del insecto, dando muy buenos resultados.

2.5 PARAMETROS EVALUADOS:

Para la realización de esta investigación se analizaron los siguientes parámetros:

2.5.1 Medición del porcentaje de germinación y periodo de germinación. Para determinar este parámetro se cuantificó en días el tiempo de emergencia de la plántula, a partir del mismo instante de la siembra y luego se enumeró el total de plantas emergidas. Estos datos se tomaron para cada parcela en estudio.

2.5.2 Periodo o ciclo vegetativo. Para el periodo vegetativo se registró el tiempo en días desde el momento de la siembra hasta la florescencia de cada uno de los abonos verdes.

2.5.3 Análisis foliar. se realizó un análisis foliar por cada uno de los abonos verdes en el momento de la aparición de los primeros botones florales. Para la recolección del material vegetal se escogió una parcela al azar. Para cada especie de abono verde, dentro de la parcela se tomó un metro cuadrado del material vegetal a recolectar, esta muestra se pesó y se llevó a peso inicial en verde; inmediatamente se guardó la muestra cuidadosamente en bolsas plásticas debidamente identificada, posteriormente se llevó la muestra al laboratorio donde se colocó a secar en un horno “Mufla” a una temperatura de 105°C durante 24hrs. Luego de secado se tomó el peso seco y por último se procedió a realizar el correspondiente análisis, así sucesivamente se realizó para cada especie de abono verde en estudio.

2.5.4 Análisis de suelos completo. En este parámetro se tomó un análisis de suelo inicial, justo antes del establecimiento de los diferentes abonos verdes. Finalmente dentro de las diferentes parcelas que contienen una misma especie de abono verde se escogió una al azar para realizar la recolección de una muestra, a la cual se le hizo el respectivo análisis y se llamó análisis de suelo final. De esta forma se hizo para cada uno de los abonos verdes en estudio. La muestra de suelo final se tomó a los 60 días después de haber sido aplicado al suelo el abono verde, período en el cual este sufrió su proceso de descomposición gracias a los microorganismos presentes, encargados de la fijación de Nitrógeno en el suelo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta investigación es de tipo experimental y descriptivo la cual comprende de un estudio del aporte de nitrógeno al suelo a través del establecimiento de cuatro especies de abonos verdes como son (Cannavalia, Mucuna, Crotalaria Cubana, Crotalaria Juncea) instaladas en un cultivo de café a semisombra bajo las condiciones edafoclimáticas del corregimiento de Minca, Reportó los siguientes resultados:

3.1 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

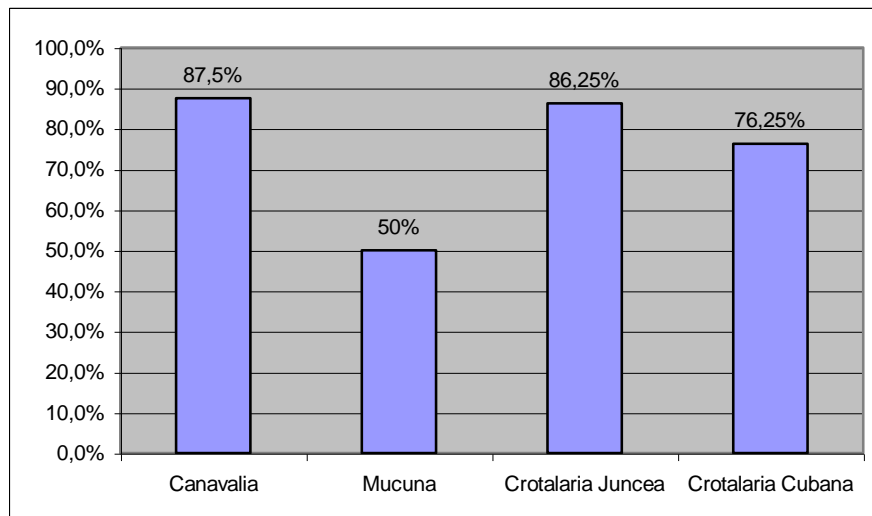
Se tomo en cuenta en cada parcela de abono verde el número de sitios germinado. En la tabla No. 2 podemos observar los porcentajes promedio de germinación para cada una de las especies evaluadas, así como los porcentajes individuales en cada parcela; se demuestra que el mayor número de plantas germinadas se presentó para la especie Canavalia, con 70 sitios germinados, seguido de Crotalaria Juncea con 69 sitios germinados; el menor número de plantas germinadas se presentó para la especie Mucuna con solo 40 sitios germinados. De esta manera se demuestra que para las condiciones agroclimáticas de la hacienda el Recuerdo Canavalia es la especie de abono verde con mayor poder germinativo.

Tabla 2. Porcentaje de germinación de los abonos verdes en las parcelas sembradas.

	T1 (Canavalia)		T2 (Mucuna)		T3 (Crotalaria Juncea)		T4 (Crotalaria Cubana)		T5 Testigo
BIV	15 sitios	75%	6 sitios	30%	17 sitios	85%	15 sitios	75%	
BIII	16 sitios	80%	10 sitios	50%	20 sitios	100%	12 sitios	60%	
BII	20 sitios	100%	9 sitios	45%	17 sitios	85%	14 sitios	70%	
BI	19 sitios	95%	15 sitios	75%	15 sitios	75%	20 sitios	100%	
TOTAL	70 sitios		40 sitios		69 sitios		61 sitios		
\bar{X}		87.5%		50%		86.25%		76.25%	

En la figura 1. Se presenta los porcentajes promedios de germinación para cada especie, es así que Canavalia presenta el mayor porcentaje de germinación con 87.5 %, seguido de Crotalaria Juncea 86.25 % y las especies Crotalaria Cubana y Mucuna con 76.25 % y 50 % respectivamente.

Figura 1. Porcentajes de germinación para las 4 especies de abonos verdes en un cultivo de café



3.2 CICLO VEGETATIVO

En las especies estudiadas se presentó una tendencia similar según la especie independientemente de la parcela donde fueron ubicadas cada repetición.

El ciclo vegetativo de cada especie, se presentó teniendo en cuenta el promedio de duración en días para cada uno de los abonos verde evaluados en cada parcela, hasta el estadio de floración o aparición de los primeros botones florales, tal como lo muestra la tabla 3, y además se determinaron los promedios generales de cada uno de ellos.

Tabla 3. Período vegetativo en días de cada uno de los abonos verdes hasta el estadio de floración

	T1	T2	T3	T4	T5
BIV	90	117	128	87	
BIII	93	122	125	91	
BII	91	115	132	90	
BI	98	119	129	93	
TOTAL	372	473	514	361	
\overline{X}	93 Días	118.25 Días	128.5 Días	90.25 Días	

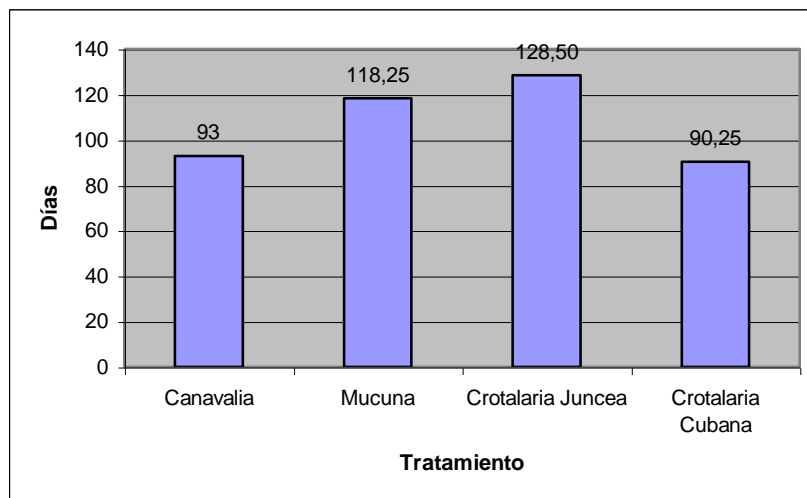
Se pudo observar que La Mucuna y la Canavalia además de utilizarse como abono verde, se debe tener en cuenta para manejo de malezas, por el grado de agresividad que presentó sobre estas. Ver anexo 4.

Mucuna presentó alto grado de agresividad a las malezas en la investigación, tal como lo cita (Alameida y Lorenci) 1984; que el establecimiento de abonos verdes de leguminosas (Altramus, Serradela y Mucuna), reducen la población de malezas a través del efecto supresor y/o alelopático ocasionado por el rápido

crecimiento inicial y exuberante desarrollo de la biomasa. Ann Baier Alter. Guatemala, dice que es importante recordar que un abono verde que se siembra en el mismo terreno, en la misma época también hace competencia con el cultivo principal. Puede ser considerado como un maleza deseada que tiene sus beneficios y también sus costos.

Se observó en los promedios de los ciclos vegetativos que la especie *Crotalaria Juncea* tuvo un ciclo de 128.5 días, seguido de *Mucuna* con 128.25 días, *Canavalia* 93 días y *Crotalaria Cubana* 90.25 días. Ver figura 2.

Figura 2. Ciclos vegetativos de los abonos verdes



Para el cultivo de café es indispensable incorporar la especie *Mucuna* por lo menos a los 110 d.d.g., ya que al dejar superar este período para calcular las primeras apariciones de los botones florales, la especie *Mucuna* presentó un alto grado de agresividad al cultivo de café y llegó a competir por luz, agua y nutrientes. Ver anexo 5.

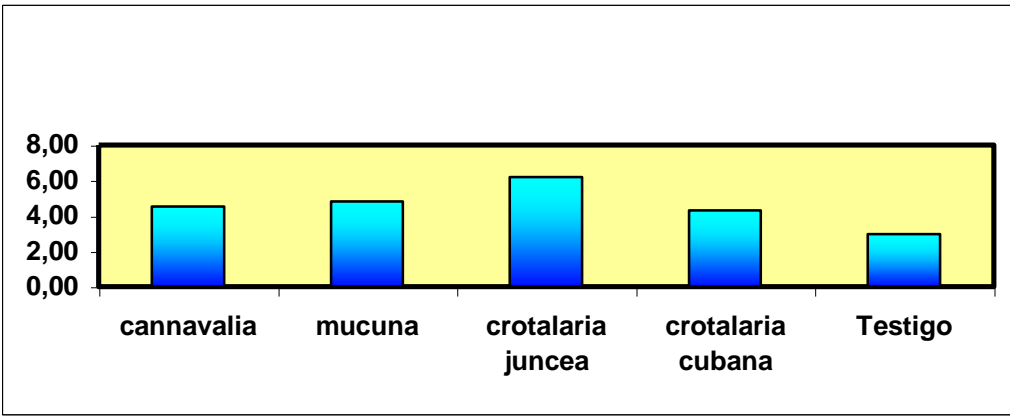
3.3 ADICIÓN DE MATERIA ORGÁNICA AL SUELO

El análisis de suelo inicial reporta un alto porcentaje de materia orgánica de 3.88 como se observa en la tabla 1 y anexo 6 (análisis de suelo inicial). El análisis final de la muestra de suelo tomada a los 60 días después de la incorporación del material vegetal (Ver anexo 7 – Análisis final de suelo), indica que Crotalaria Juncea presentó el mayor aporte de materia orgánica en comparación con el testigo. En el figura 3 se observó que Crotalaria Juncea obtuvo un porcentaje de materia orgánica de 6.20% el cual equivale a 120 Kg. de N/Ha., 4.80% equivalente a 84 Kg. de N/Ha. para Mucuna; 4.53% equivalente a 84.7 Kg. de N/Ha. para Canavalia; 4.31% equivalente a 82 Kg. de N/Ha para Crotalaria Cubana. El porcentaje de testigo fue de 2.96% equivalente a 50Kg. de N/Ha.

Tabla 4. Porcentaje de M.O. en análisis de suelo final de 4 especies de abonos verdes en un cultivo de café

cannavalia	mucuna	crotalaria juncea	crotalaria cubana	Testigo	Media
4,53	4,80	6,20	4,31	2,96	4,96

Figura 3. Porcentaje de M.O. en análisis de suelo final de 4 especies de abonos verdes en un cultivo de café



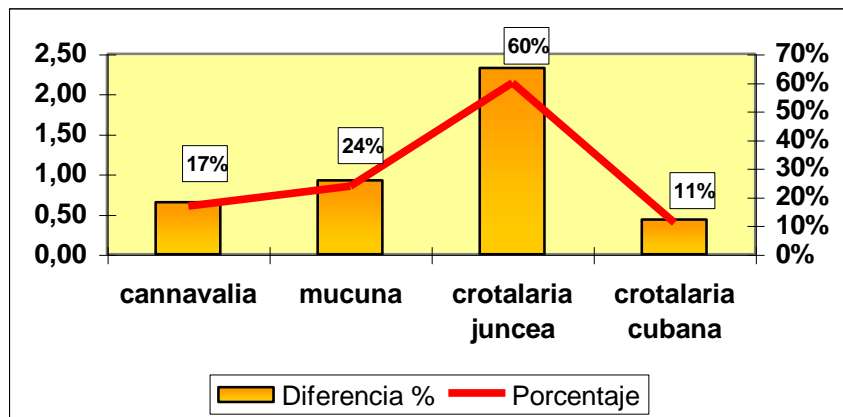
Se hicieron sustracciones de materia orgánica del análisis de suelo inicial y final (Tabla 5) y se observó la diferencia entre el contenido inicial y final de materia orgánica en el suelo así como los porcentajes de incremento.

El mayor incremento se presentó para la especie *Crotalaria Juncea* con un 60%, 24 % para *mucuna*, 17.5% para *canavalia* y el 11% en *crotalaria cubana*. Con un promedio en el incremento de 28%. La figura 4 nos da una visión más clara del incremento.

Tabla 5. Sustracciones de materia orgánica de análisis de suelo inicial y final a para las especies de abono verde en un cultivo de café.

	cannavalia	mucuna	crotalaria juncea	crotalaria cubana	Media
Diferencia %	0,65	0,92	2,32	0,43	1,08
Porcentaje	17%	24%	60%	11%	28%

Figura 4. Porcentaje de materia orgánica, resultado de la sustracciones de análisis de suelos inicial y final.



Según Muzilli et al (1980) la contribución de abono verde en la mejora del contenido de materia orgánica es dependiente de la cantidad de residuos incorporados de la frecuencia de incorporación y la calidad del material.

Además la fertilidad del suelo puede ser mejorada si el cultivo de abono verde, incrementa el contenido de materia orgánica. La materia orgánica por sí misma no incrementa nutrientes pero ayuda a ser que los mismos en el suelo sean más accesibles (tomado de experiencia sobre C.C. y abono verde) 1997.

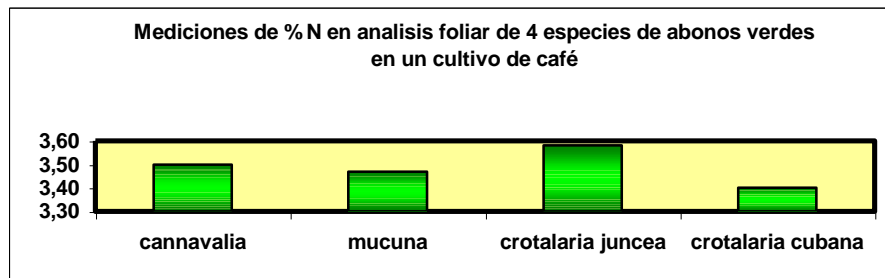
3.4. CANTIDAD DE NITRÓGENO ASIMILADO POR LOS ABONOS VERDES

Se realizó un análisis foliar para cada una de las especies estudiadas (anexo 8) y Tabla 6, se presentó a *Crotalaria Juncea* como la especie que almacena más nitrógeno en sus tejidos, reportando un 3.58 %, en orden descendente, la *Canavalia* con 3.5 %, tenemos a *Mucuna* con un 3.47 % y con menor contenido de nitrógeno *Crotalaria Cubana* con 3.40 %. El promedio general que se obtuvo fue de 3.49 %.

Tabla 6. Cantidad de nitrógeno presente en cada uno de los abonos verdes, tomado a través de un análisis foliar.

cannavalia	mucuna	crotalaria juncea	crotalaria cubana	Media
3,50	3,47	3,58	3,40	3,49

Figura 5. Representación del porcentaje de nitrógeno presente en cada una de las especies de abonos verdes.



(Ken Simpson 1991) dice que el nitrógeno constituye un 2 % aproximadamente, del peso total seco de la planta, concentrándose en los tejidos jóvenes. A medida que avanza la edad de la planta disminuye el porcentaje de nitrógeno, a la vez que aumenta el contenido de celulosa, las hojas suelen ser las partes más ricas en nitrógeno, disminuyendo su contenido a partir de la floración. Dentro de las especies cultivadas, las leguminosas son las que contienen mayor proporción de estos elementos.

La cantidad de nitrógeno fijado en la planta depende de varios factores en general son favorables todos aquellos factores que favorecen la actividad fotosintética de la planta, ya que los hidratos de carbono formados en la fotosíntesis suministran la energía necesaria para el proceso de fijación biológica del nitrógeno (Ken Simpson 1991).

3.5 CANTIDAD DE NITRÓGENO APORTADO AL SUELO POR CADA UNO DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO.

La cantidad de nitrógeno aportado fue estimado a través de la siguiente formula.

$$NA = (Nf + N.s.f) - N.s.i.$$

Donde:

NA = Nitrógeno aportado al suelo

Nf = Nitrógeno presente de análisis foliar (análisis de suelo foliar)

N.s.f = Nitrógeno inicial del suelo (análisis de suelo inicial)

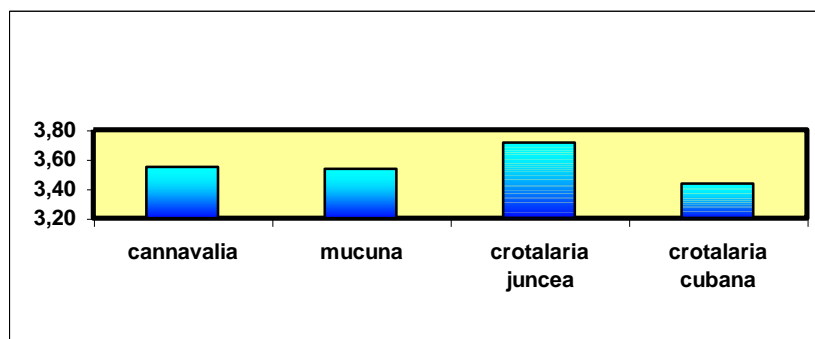
N.s.i = Nitrógeno final del suelo (análisis de suelo final)

Los resultados demostraron que *Crotalaria Juncea* es la especie que aportó la mayor cantidad de nitrógeno (3.75 %) , luego *Mucuna* con (3.53 %), *Canavalia* (3.55 %), *Crotalaria Cubana* (3.43 %). Y el promedio general que se obtuvo de todos los abonos verdes fue de (3.56 %) como lo indica el figura 6.

Tabla 7. Cantidad de nitrógeno aportado al suelo por 4 especies de abonos verdes

Cannavalia	mucuna	crotalaria juncea	crotalaria cubana	Media
3,55	3,53	3,71	3,43	3,56

Figura 6. Representación de nitrógeno aportado al suelo por 4 especies de abonos verdes en un cultivo de café



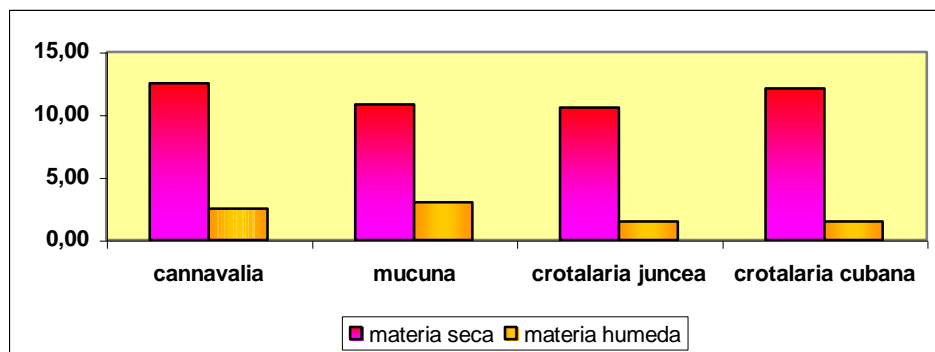
3.6 APOORTE DE MATERIA SECA EN PORCENTAJE DE LAS ESPECIES DE ABONOS VERDES.

La tabla (8) muestra los porcentajes de materia seca y material vegetal húmedo por metro cuadrado, de cada uno de las especies, se observó que Canavalia presenta el mayor aporte de materia seca (12.52 %), seguido de Crotalaria Cubana (12.10 %), para Mucuna reporta (10.8 %) y crotalaria Juncea (10.55 %). El promedio general es de (11.49 %).

Tabla 8. Medición de materia seca Vs. Materia húmeda de 4 especies de abono verde en un cultivo de café.

	cannavalia	mucuna	crotalaria juncea	crotalaria cubana	Media
Materia seca	12,52	10,80	10,55	12,10	11,49
Materia húmeda	2,5	3,00	1,50	1,5	2,13

Figura 7. Representación de mediciones de materia seca Vs. Materia húmeda



Los aportes de material húmedo por metro cuadrado son mayores para la especie Mucuna 3.00 Kg equivalentes a 30000 Kg/ha, Canavalia con 2.5 Kg equivalente 25000 Kg/ha y 1.5 Kg para Crotalaria Cubana y Crotalaria Juncea equivalentes 15000 Kg/ha; el promedio general es de 2.13 Kg. La figura (7) nos muestra una comparación de estos valores.

CONCLUSION

- La especie de abono verde con mayor porcentaje de germinación fue canavalia con un total de 70 plantas para un porcentaje de 87.5 %.
- Las especies estudiadas presentaron un ciclo vegetativo diferente; es así que la especie que concluyo esta etapa en el menor tiempo fue crotalaria cubana con 90.25 días.
- La especie de abono verde que presentó mayor aporte de materia orgánica al suelo fue Crotalaria Juncea con un incremento del 60% respecto al análisis de suelo inicial, correspondiente al 120 Kg N/Ha. La especie que presentó menor incremento fue Crotalaria Cubana con 11% para un contenido de 82 Kg N/Ha.
- El abono verde que presentó mayor acumulación de Nitrógeno en sus tejidos fue Crotalaria Juncea con un porcentaje de 3.58%, en comparación con Crotalaria Cubana con solo el 3.40% .
- Se encontró que el aporte al suelo del nitrógeno se incrementó con la aplicación de todas las especies estudiadas, sin embargo, el abono verde Crotalaria Juncea aportó el mayor porcentaje de Nitrógeno (3.75%).

- *Canavalia ensiformes* mostró ser la especie de mayor aporte de materia seca al suelo, con 12.52%.
- Mucuna Negra (*Mucuna aterrima*) aportó la mayor cantidad de material húmedo por metro cuadrado equivalente a 30 Ton./Ha.

BIBLIOGRAFIA

1. AGUDELO HENAO, Carlos Alberto. Influencia de las condiciones edáficas sobre la vegetación arvense del cultivo de café relación suelo-vegetación. Armenia: Universidad de Quindío, 1998; 78 Pág.
2. ALTIERI, M. Sistemas alternativos de producción. En agroecología. CETAL, Chile, 1983. Pag 83-116.
3. BAEIR ALTIER, Ann. Abonos verdes Guatemala C.A. Pág 61 – 85.
4. BARRERO CASTILLO, Fabio. Adopción de tecnologías fertilizantes en el cultivo de café en el sur-orienté del Tolima. Bogotá D.C. Universidad Nacional, 1978; 196 Pág.
5. BUCKLES, Daniel. La revolución de los abonos verdes. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). México, ficha N° 748.1995.
6. CABRERA SÁNCHEZ, Carlos I. A. Investigador auxiliar de investigación científica. Alternativas de fertilización (Abonos Verdes) Cuba.2000.

7. CAIRO, P. Manejo de los suelos en una agricultura biológica: En agroecología, memorias, Costa Rica, 1997. Pág. 36-42.
8. CARRILLO, F. Et al. Como obtener una buena muestra para análisis de suelos. Avance técnico N° 214, CENICAFE, Chinchiná, Caldas, 1995. Pág. 14-16.
9. CELEDÓN M. Alfredo. Curso de agricultura para clima cálido. Editorial Conciencia. Colombia, 2000.
10. COLACELLI, Norberto A. I.A. PhD. Suelos y abonos verdes. Universidad de Tucumán. México, 2002
11. Comité de cafeteros de Antioquía. El café orgánico. Instructivo para una caficultura sostenible, 1999. Pág. 1
12. Corporación Colombiana Internacional. Agricultura Ecológica. Una opción promisorio para el campo. Bogotá, 1999. Pág. 95-96.
13. Estación de investigaciones del café. Jivacoa-Villa Clara. Rincón Naranjo, Manicaragua. 2000.
14. Experiencias sobre cultivos de cobertura y abonos verdes. Principios de los usos de los cultivos de cobertura y abonos verdes. Honduras, 1997.

15. FARFÁN, F. Aspectos generales de la producción de café orgánico en Colombia. CENICAFE, Chinchiná, Caldas, 1995. Pág. 14-65.
16. FIGUEROA, R. Y otros. Guía para la caficultura ecológica BMZ, Lima, 1996. Pág. 21-23.
17. GARCÍA FERNÁNDEZ, José. Fertilización agrícola y abonos. Zaragoza, España: Agrocienza, 1963. Pág. 163.
18. GIRALDO, D; Jaramillo C. Aldana. Abonos verdes. En: Seminario taller, memorias. Secretaria de asistencia rural y medio ambiente, convenio CORNARE- Municipio de Sonson, 1997. Pág. 12-20, 21-22.
19. GÓMEZ, A y H, Rivera. La conservación de los suelos y la sostenibilidad de la productividad en la zona cafetera, avance técnico N° 190. CENICAFE. Chinchiná, Caldas. 1979.
20. GUERRERO GARCÍA, Andrés. El suelo, los abonos verdes y la fertilización de los cultivos. Madrid: Mundi- Prensa; Barcelona, México D.F. 2000. Pág. 206.
21. GROS, André. Abonos. Guía practica de la fertilización. Madrid: Mundi- Prensa tomo I, 1971. Pág. 397.
22. Instituto biodinámico de desarrollo rural. Abonamientos y preparados. Sao Pablo, Brasil, 1998. Pág. 9-11.

23. MONTALVO, Alvaro. Cultivo de raíces y tuberosas tropicales segunda edición. San Cose. Costa Rica, 1983. 24 pág.
24. RESTREPO, J Importancia de la materia orgánica vegetal para la agricultura. En: El suelo, la vida y los abonos orgánicos. Colección agricultura orgánica para principiantes. Pág. 39-43.
25. RESTREPO, J. La micro vida en el suelo. En: El suelo, la vida y los abonos orgánicos. Colección agricultura orgánica para principiantes. Pág. 17 -28.
26. RESTREPO, J. Los macroorganismos del suelo. En: El suelo, la vida y los abonos orgánicos. Colección agricultura orgánica para principiantes. Pág. 12.
27. RESTREPO, J. El compost. Los abonos verdes. En: El suelo, la vida y los abonos orgánicos. Colección agricultura orgánica para principiantes. Pág. 44-48.
28. SALDÍAS, C y Ospina H. Produzca abonos orgánicos en la finca. Cartilla cafetera N° 8. CENICAFE y División de desarrollo social, 1994. Pág. 24.

29. SÁNCHEZ, Carlos; Ramírez, Margarita y otros. Abonos verdes. Alternativas para mejorar la capacidad productiva de los suelos arroceros de la Mojana. Ecoregión Caribe, CORPOICA. Colombia. 1996.
30. SIMPSON, Ken. Abonos y estiércoles. Zaragoza, España, 1991. Pág. 273.
31. SUÁREZ, S. Principales características de las mejores gramíneas y leguminosas de bajos requerimientos seleccionados para la zona cafetera. Avance técnico N°184, CENICAFE. Chinchiná, Caldas. 1992
32. SUÁREZ, S. Uso y manejo de leguminosas en la zona cafetera. Avances Técnico N° 95, CENICAFE, Chinchiná, Caldas. 1979.
33. SUÁREZ, S y Gómez, A. Utilización del guandul en la zona cafetera. Avance técnico N°46, CENICAFE. Chinchiná, Caldas. 1975.
34. THURSTO et al. Protección del suelo del cafetal orgánico. 1992
35. VALENCIA, G. Deficiencias minerales en el cafeto y manera de corregirlas. En: Tecnología del cultivo de café, Comité departamental de cafeteros de Caldas, División técnica, CENICAFE. Manizales, 1988. Pág. 123-127.
36. VALENCIA, G. Fisiología, nutrición y fertilización del cafeto. Agro insumos del café, S. A. CENICAFE, 1999. Pág 48.

37. VICTORIANO, B. I.A. Tierra Fértil. Empresa en post de una agricultura sustentable que promueve la rotación del cultivo y empleo de abonos verdes. Capitulo 12. [http// .WWW.tierrafertil.com.py/abonosverdes](http://.WWW.tierrafertil.com.py/abonosverdes). 2003
38. MUZILLI. EL AT. Efectos de las propiedades químicas del suelo. Brasil, 1980.
39. -----Principios de los usos de cobertura y abono verde. Honduras, septiembre de 1997.
40. KEN SIMPSON. Abonos y estiércoles. Editorial Acribia A.S.A. Zaragoza (España). 273 pág. 1991.

ANEXOS

Anexo 9. Mapa de campo de la aporte de nitrógeno al suelo mediante el establecimiento de 4 especies de abonos verdes en un cultivo de café (coffe arabiga L.) A semisombra bajo las condiciones del Corregimiento de Minca, Municipio de Santa Marta – Magdalena

BLOQUE

BIV	T1	T4	T5	T3	T2
BIII	T3	T1	T2	T5	T4
BII	T4	T2	T5	T3	T1
BI	T3	T2	T1	T4	T5

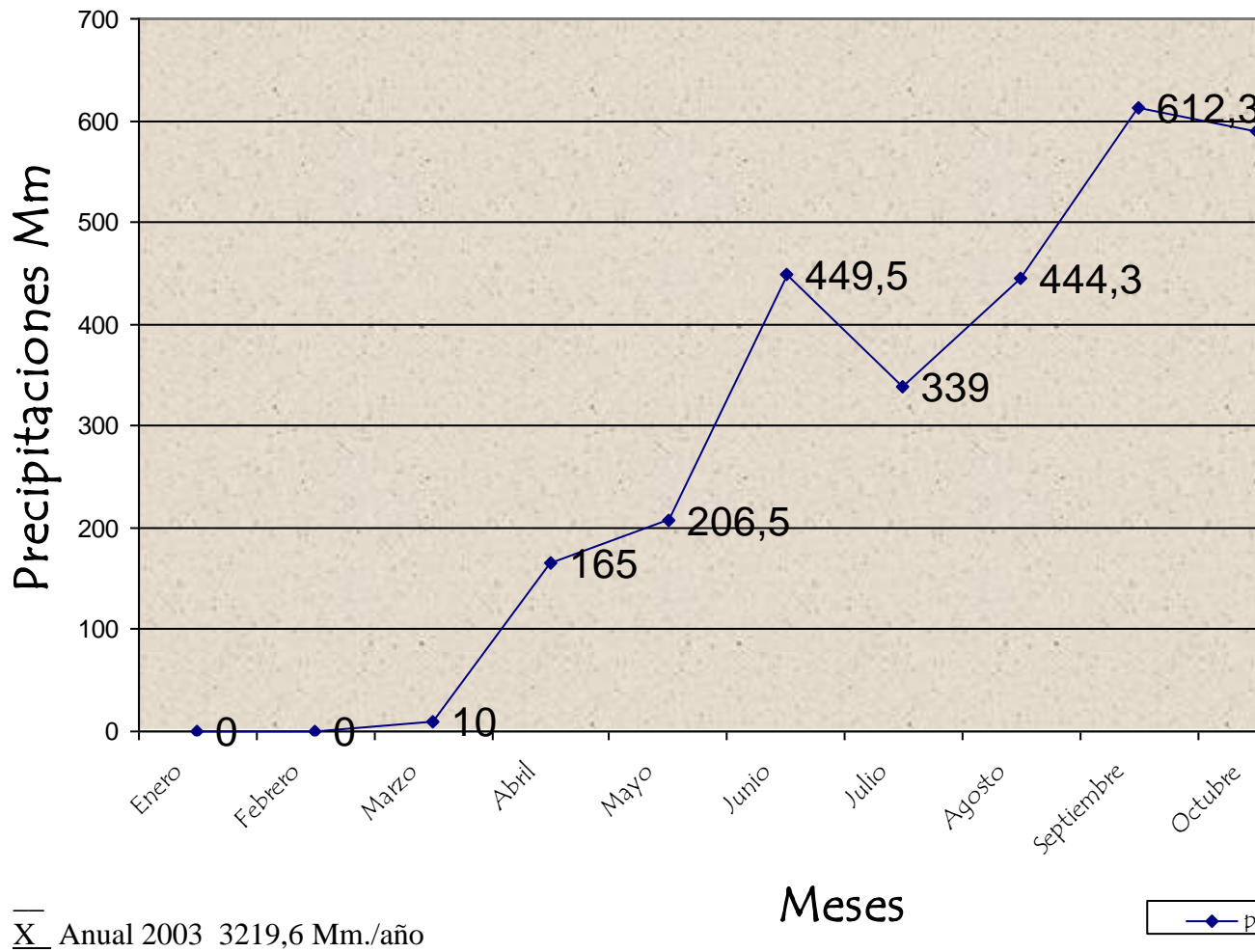
Donde:

- T1 Canavalia
- T2 Mucuna
- T3 Crotalaria juncea
- T4 Crotalaria cubana
- T5 Testigo



Tratamiento /parcela con 20 sitios

HDA EL RECUERDO Gráfica de Precipitación Promedio Mensual 2003



HDA. EL RECUERDO Gráfica de Temperatura Promedio Mensual

